

Beschreibung:

5 thinXXS GmbH, D-66482 Zweibrücken (Deutschland)

„Mikropumpe und Verfahren zu ihrer Herstellung“

---

10 Die Erfindung betrifft eine Mikropumpe mit einer Pumpmembran, die unter Änderung des Volumens einer an die Pumpmembran und ein Basisteil grenzenden Pumpkammer bewegbar ist, und mit zwei in Ausnehmungen im Basisteil angeordneten, auf den Druck in der Pumpkammer ansprechenden Ventilen zum wechselseitigen Öffnen und Sperren eines Einlass- und Auslasskanals für das zu fördernde Medium.

15 Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur Herstellung einer solchen Mikropumpe.

Die lateralen Abmessungen solcher, ganz oder überwiegend aus Kunststoffen hergestellter Mikropumpen liegen vorzugsweise zwischen 5 und 30 mm bei einer  
20 Höhe von 0,5 bis 5 mm. Die Förderraten bewegen sich für Flüssigkeiten etwa zwischen  $10^{-6}$  und 0,05 l/min, für Gase zwischen  $10^{-5}$  und 0,2 l/min. Hauptsächliche Einsatzgebiete sind die chemische und biochemische Analytik, die Mikroreaktionstechnik, der Transport von Gasen, der Transport und die Dosierung von pharmazeutischen Wirkstoffen, Probenflüssigkeiten, Klebstoffen, Brennstoffen oder  
25 Schmiermitteln.

Mikropumpen aus Kunststoff haben gegenüber solchen aus Silizium oder Metallen den Vorteil, dass neben der Verwendung preiswerter Ausgangsmaterialien effiziente Herstellungsverfahren, wie das Spritzgießen, angewendet werden können.  
30 Je nach Anforderungen, beispielsweise in bezug auf optische Transparenz, Festigkeit, Hydrophilität, Hydrophobität oder chemische Resistenz, sind bei gleicher Konstruktion unterschiedliche Kunststoffe einsetzbar, wie beispielsweise Polycarbo-

nat, Polypropylen, Polyethylen, Zykloolephincopolymer, Polyetheretherketon, Polyphenylensulfid oder Fluorkunststoffe.

Die DE 44 02 119 beschreibt eine Mikropumpe aus Kunststoff mit einer zwischen  
5 zwei Gehäuseteilen angeordneten Membran, die sowohl als Pumpmembran als auch zur Bildung von beweglichen Ventilkörpern dient und an Ventilsitzen durchbrochen ist.

Eine Mikropumpe der eingangs erwähnten Art geht aus der DE 197 20 482 hervor.  
10 An der Oberseite eines zweiteiligen, im Inneren Ausnehmungen für Ventile aufweisenden Basisteils ist unter Bildung einer Pumpkammer eine Pumpmembran angebracht, die durch einen Piezoaktor verformbar ist. Eine zwischen den beiden Teilen des Basisteils angeordnete Ventilmembran weist an den beiden Ventilsitzen einen Durchbruch auf und bildet so ein beiden Ventilen gemeinsames Bauteil.

15 Die Herstellung solcher Mikropumpen unter Verwendung verhältnismäßig großer, an der Bildung beider Ventile beteiligter Ventilmembranen ist sehr aufwendig. Insbesondere bereitet es Schwierigkeiten, die Durchbrüche in der Membran mit der für die Funktion der Ventile erforderlichen Genauigkeit an den Ventilsitzen anzuordnen. Zum einen führen für Kunststoffmaterialien typische Verzugs- und Schwindungseffekte zu großen Positionsschwankungen der Durchbrüche auf der  
20 Membran. Zum anderen kann es bei der Montage der dünnen, schwer zu handhabenden Membranfolie leicht zu Fehlanordnungen der Durchbrüche an den Ventilsitzen kommen. Unter den Bedingungen einer Serienfertigung ist die Produktionsausbeute daher gering.  
25

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine neue Mikropumpe der eingangs erwähnten Art zu schaffen, die sich gegenüber bekannten derartigen Mikropumpen mit geringerem Aufwand herstellen lässt.

30 Die diese Aufgabe lösende Mikropumpe nach der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Ventile ohne gemeinsame Bauteile durch für sich funktionsfähige, einen Ventilsitz und Ventilkörper aufweisende Ventilbaugruppen gebildet sind.

35 Die Montage der als solche funktionsfähigen Ventilbaugruppen erfordert keinen mit der Montage der Ventilmembran in den Mikromembranpumpen nach dem

Stand der Technik vergleichbaren Aufwand, von deren genauer Anordnung im Pumpgehäuse die Funktionsfähigkeit der Ventile abhängt.

5 Vorteilhaft können beide Ventilbaugruppen, d.h. die Einlassventilbaugruppe und die Auslassventilbaugruppe, baugleich sein, wobei der Ventilsitz jeweils in die Richtung des Förderstroms weist. Auch diese, den Anteil gleicher Bauteile erhöhende Maßnahme trägt zur Verringerung des Herstellungsaufwands der Mikropumpe bei.

10 In der bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind die Ausnehmungen als zur Pumpkammer offene Einsenkungen gebildet, in welche sich die Ventilbaugruppen bei der Endmontage der Pumpe mit geringem Aufwand positionsgenau einsetzen lassen.

15 Zweckmäßig ist die Höhe der Ventilbaugruppe gleich der Tiefe der Einsenkung. So wird die Bildung von Totvolumen weitgehend vermieden.

In der bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die Ventilbaugruppe zweiteilig mit einem, vorzugsweise rotationssymmetrischen, Sitzbauteil und einem in einer Vertiefung im Sitzbauteil angeordneten Ventilkörper, vorzugsweise einem Federbauteil, zum Schließen bzw. Freigeben einer Ventilöffnung im Sitzbauteil ausgebildet. Bei rotationssymmetrischer Ausbildung des Sitzbauteils ist die Öffnung vorzugsweise coaxial zur Rotationssymmetrieachse angeordnet.

25 Das Federbauteil kann in einem durch den Sitzbauteil zentrierten äußeren Ringbereich mit dem Sitzbauteil verbunden sein und ein sich von dem Ringbereich nach innen erstreckendes Lippelement zum Schließen bzw. Freigeben der Ventilöffnung aufweisen. Je nach Leistungsanforderungen an die Mikropumpe können unterschiedlich gestaltete Federbauteile mit dem gleichen Sitzbauteil kombinierbar sein. Pumpen mit unterschiedlichen Eigenschaften unterscheiden sich dann  
30 nur in bezug auf die Federbauteile.

In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung ist die Mikropumpe ferner aus einer vorgefertigten Basisbaugruppe, die aus dem Basisteil und Schlauchanschlüssen besteht, und einer vorgefertigten Aktorbaugruppe, welche die Membran und  
35 ggf. eine mit der Membran verbundene Piezoscheibe umfasst, zusammengesetzt.

Ein solcher modularer Aufbau trägt weiter zur Verringerung des Herstellungsaufwands bei. Separate Produktentwicklung, Produktion und Qualitätssicherung für

die Komponenten der Pumpe erhöhen die Produktionssicherheit sowie die Flexibilität und den Umrüstungsaufwand bei der Serienfertigung verschiedener Pumpenvarianten. Die für sich funktionsfähigen Baugruppen erlauben untereinander große, die Montage erleichternde Positionierungstoleranzen.

5

Zweckmäßig sind die Basisbaugruppe, von den Ausnahmen im Basisteil abgesehen, und die Aktorbaugruppe rotationssymmetrisch ausgebildet, wobei die Pumpmembran mit dem Basisteil ggf. über einen Trägerring verbunden ist, welcher auf einem Ringsitz, insbesondere einer Ringschulter, am Basisteil aufsitzt. Die rotationssymmetrischen Teile bzw. die zu ihrer Herstellung erforderlichen Werkzeuge lassen sich mit verhältnismäßig geringem Aufwand herstellen. Durch den auf dem Ringsitz aufsitzenden Trägerring ist die Aktorbaugruppe bei der Montage mit geringem Aufwand auf der Basisbaugruppe ohne Positionskontrolle zentrierbar.

10

Bei dem Basisteil handelt es sich vorzugsweise um ein Scheibenteil, wobei sich die Kanäle für den Zu- und Abfluss des Fördermediums zweckmäßig senkrecht zur Scheibenebene auf kürzestem Weg durch das Basisteil hindurch erstrecken. Dies ist vorteilhaft, um den Strömungswiderstand innerhalb der Mikropumpe zu minimieren.

20

Die Basisbaugruppe kann einstückig mit den Schlauchanschlüssen z.B. als Spritzgussteil hergestellt sein.

Wenigstens die mit dem Medium in Berührung kommenden Teile der Pumpe bestehen aus einem Kunststoff, der gegen das Fördermedium beständig ist und ggf. nicht aus Kunststoff bestehende Teile gegen aggressive Medien schützt. Zum Beispiel lässt sich die Membran, um gewünschte Verformungseigenschaften zu erreichen, aus mehreren Lagen bilden, wobei z.B. eine durch eine Kunststofflage abgeschirmte Lage aus einem Metall bestehen kann.

30

Die Erfindung soll nun anhand von Ausführungsbeispielen und der beiliegenden, sich auf diese Ausführungsbeispiele beziehenden Zeichnungen näher erläutert werden. Es zeigen:

- 35 Fig. 1 eine Schnittansicht einer Mikromembranpumpe nach der Erfindung,  
Fig. 2 die Mikromembranpumpe von Fig. 1 in einer Draufsicht,  
Fig. 3 weitere Ausführungsbeispiele für Aktorbaugruppen, die in einer Mikromembranpumpe nach der Erfindung verwendbar sind,

- Fig. 4 ein weiteres Ausführungsbeispiel für eine in einer Mikromembranpumpe nach der Erfindung verwendbare Basisbaugruppe,  
Fig. 5 eine in der Mikromembranpumpe von Fig. 1 und 2 verwendete Ventilbaugruppe in einer geschnittenen Seitenansicht,  
5 Fig. 6 und 7 weitere Ausführungsbeispiele für Ventilbaugruppen, die in einer Mikromembranpumpe nach der Erfindung verwendbar sind,  
Fig. 8 weitere Ausführungsbeispiele für Ventildfederbauteile, die in einer Mikromembranpumpe nach der vorliegenden Erfindung verwendbar sind.
- 10 In Fig. 1 weist das Bezugszeichen 1 auf ein scheibenförmiges Basisteil mit einer Ringschulter 17 am Umfang hin. An dem Basisteil 1 sind ein Einlassanschluss 2 und ein Auslassanschluss 3 angebracht. Auf dem Basisteil 1 sitzt über einen Ringträger 4 eine mit dem Ringträger 4 an ihrem Außenrand durch Kleben oder Schweißen verbundene Membran 5 auf, die ihrerseits mit einer Piezoscheibe 6 verklebt ist. Der  
15 Ringträger 4 könnte auch einstückig mit der Membran 5 verbunden sein.

Zwischen der Membran 5 und dem mit der Membran durch Kleben oder Schweißen verbundenen Basisteil 1 ist eine Pumpkammer 7 gebildet.

- 20 An den Einlassanschluss 2 schließt sich ein Einlasskanal 8 und an den Auslassanschluss 3 ein Auslasskanal 9 an, wobei die beiden Kanäle jeweils in eine rundzylindrische Ausnehmung 10 bzw. 11 in dem Basisteil 1 einmünden. Die Kanäle 8 und 9 sind konzentrisch zu den jeweiligen Ausnehmungen 10 und 11 angeordnet. In den Ausnehmungen 10 und 11, die als zur Pumpkammer 7 offene Einsenkungen  
25 ausgebildet sind, sitzen baugleiche Ventilbaugruppen 40 und 41 mit einem Sitzbauteil 12 und einem Federbauteil 13, wobei das Federbauteil der Einlassventilbaugruppe 40 in der Ausnehmung 10 der Pumpkammer 7 zugewandt und das Federbauteil der Auslassventilbaugruppe 41 in der Ausnehmung 11 der Pumpkammer 7 abgewandt ist. Das Sitzbauteil 12 weist eine zu dem Einlasskanal 8 ausgerichtete Öffnung 14 auf.  
30

- Abgesehen von den Anschlüssen, Kanälen und Ventilbaugruppen ist die in Fig. 1 und 2 gezeigte Mikropumpe rotationssymmetrisch zu einer Achse 15 ausgebildet. Wie Fig. 2 erkennen lässt, sind die Anschlüsse, Kanäle und Ventilbaugruppen symmetrisch zu einer die Rotationssymmetrieachse 15 enthaltenden, die Pumpe in  
35 Hälften teilenden Ebene 16 angeordnet.

Bei der Herstellung der in den Fig. 1 und 2 gezeigten Mikromembranpumpe werden vor deren Endmontage drei verschiedene Baugruppen unabhängig voneinander vorgefertigt, nämlich durch die Piezoscheibe 6, die Membran 5 und den Trägerring 4 gebildete Aktorbaugruppen, aus dem einstückigen Basisteil 1 und den Anschlüssen 2 und 3 bestehende Basisbaugruppen und aus dem Sitzbauteil 12 und dem Federbauteil 13 bestehende Ventilbaugruppen.

Die einzelnen Teile der genannten Baugruppen sind, wie auch die Baugruppen untereinander, vorzugsweise miteinander verschweißt, wobei neben Schweiß- auch Klebverbindungen in Betracht kommen.

In dem betreffenden Ausführungsbeispiel bestehen mit Ausnahme der keramischen Piezoscheibe 6 alle Teile der Pumpe aus Kunststoff.

Die aus den Baugruppen zusammengesetzte Pumpe lässt sich leicht fertigen. Der Ringabsatz 17 sorgt für eine Zentrierung der Aktorbaugruppe. Indem die Ventilbaugruppen als für sich funktionsfähige Teile vorgefertigt sind, hängt die Funktion der Ventile nicht von der Genauigkeit ihrer Anordnung ab.

Zum Ansaugen eines zu fördernden Fluids lenkt die Piezoscheibe 6 die Membran 5 aus, wodurch sich das Volumen der Pumpkammer 7 vergrößert. Zu Beginn der Ansaugphase ist in dem betreffenden Ausführungsbeispiel die Membran 5 eingebeult. Durch entstehenden Unterdruck hebt das Federbauteil 13 der Einlassventilbaugruppe 40 von deren Öffnung 14 ab. Über den Einlasskanal 8 durch die freigegebene Öffnung 14 und Ausschnitte im Federbauteil (Fig. 5) hindurch strömt zu förderndes Medium in die Pumpkammer 7. Am Ende der Ansaugphase hat, in diesem Ausführungsbeispiel, die Membran 5 ihre ebene, in Fig. 1 dargestellte Form. Beim erneuten Einbeulen der Membran 5 durch die Piezoscheibe 6 und Erzeugen von Überdruck in der Pumpkammer 7 schließt das Federbauteil 13 der Einlassventilbaugruppe 40. Hingegen hebt das Federbauteil 13 der Auslassventilbaugruppe 41 von deren Öffnung 14 ab. Im abgehobenen Zustand bleibt das Federbauteil 13 der Auslassventilbaugruppe 41 gegenüber dem Boden der Ausnehmung 11 zurückversetzt. Ein zu förderndes Medium kann nun durch die Öffnung 14 der Auslassventilbaugruppe 41, einen zwischen dem Federbauteil 13 und dem Boden der Ausnehmung 11 gebildeten Zwischenraum 42 und den Auslasskanal 9 hindurch abfließen. Der Aktor bewegt sich periodisch mit Frequenzen, die typischerweise zwischen  $10^0$  und einigen  $10^2$  Hz liegen.

In den folgenden Figuren werden gleiche oder gleichwirkende Teile mit der gleichen Bezugszahl wie in den vorangehenden Figuren bezeichnet, wobei den betreffenden Bezugszahlen von Figur zu Figur fortlaufend der Buchstabe a, b usw. beigelegt ist.

5

Fig. 3a zeigt eine Aktorbaugruppe mit einem Trägerring 4a, einer Membran 5a und einer Piezoscheibe 6a, wobei die Membran 5a aus zwei Lagen 18 und 19 zusammengesetzt ist. Die Lage 18 besteht aus einem Metall, z.B. Stahl oder Messing. Die an die Pumpkammer und damit das Medium angrenzende Lage 19 besteht aus einem Kunststoff. Durch die Metalllage wird ein gewünschtes Verformungsverhalten der Membran erreicht. Die Kunststofflage sichert die Metalllage gegen aggressives Fördergut und ist gegen das Fördermedium beständig. Teilkristalline Kunststoffe, wie Polypropylen, amorphe Kunststoffe, wie Polycarbonat, oder Hochleistungskunststoffe, wie Polyphenylensulfid, Polyetheretherketon oder fluorhaltige Kunststoffe sind hierfür einsetzbar.

15

Eine in Fig. 3b gezeigte Aktorbaugruppe weist eine aus zwei solchen Lagen 18b und 19b bestehende Membran 5b und eine Piezoscheibe 6b auf. Die Baugruppe wird ohne Trägerring direkt auf ein Basisteil aufgesetzt, das sich von dem Basisteil von Fig. 1 dadurch unterscheidet, dass keine Ringschulter 17 vorgesehen ist. Stattdessen könnte eine Randerhöhung einen Zentriersitz bilden. Somit entsteht eine selbstansaugende, zur Förderung kleiner Volumenströme geeignete Pumpe mit einem zwischen 0 und einem Maximalwert schwankenden Volumen der Pumpkammer, wobei die Membran 5b durch die Piezoscheibe 6b nur ausgebeult wird.

25

Eine weitere Aktorbaugruppe für eine solche Pumpe mit einem zwischen 0 und einem Maximalwert schwankenden Pumpkammervolumen zeigt Fig. 3c. Eine mit einer Piezoscheibe 6c verbundene Membran 5c weist an ihrer der Pumpkammer zugewandten Seite eine dem maximalen Pumpkammervolumen entsprechende Ausnehmung auf, welche beim Einbeulen der Membran 5c durch die Piezoscheibe 6c verschwindet.

30

Fig. 3d zeigt eine Aktorbaugruppe mit einer kappenartig geformten Membran 5d aus Kunststoff, die über einen Flansch 36 mit einer Basisbaugruppe verbindbar ist. Die rückstellfähige Membran 5d lässt sich z.B. direkt von Hand mit dem Daumen oder durch einen geeigneten Stößel eines vorübergehend oder dauerhaft mit der Pumpe verbundenen Antriebes einbeulen. Gegenüber einer Aktorbaugruppe mit einer Piezoscheibe lassen sich längere Membranhübe und entsprechend größere

35

Änderungen des Pumpkammervolumens erreichen. Eine Mikropumpe mit einer solchen Membran könnte z.B. im Rahmen des Umweltschutzes zur Gewinnung von Proben eingesetzt werden.

- 5 Fig. 4 zeigt eine alternative Ausführungsform einer Basisbaugruppe mit einem Basis-  
teil 1c, das einstückig mit einem Einlassanschluss 2c und einem Auslassanschluss 3c  
ausgebildet ist.

- Die Fig. 5 und 6 zeigen detaillierter den Aufbau der in der Mikromembranpumpe  
10 von Fig. 1 und 2 verwendeten Ventilbaugruppen 40 und 41.

- Das Sitzbauteil 12 der Ventilbaugruppe weist eine Bodenplatte 20 und eine ringfö-  
rmige Randerhöhung 21 auf, durch die eine gefäßartige Vertiefung für das Feder-  
bauteil 13 gebildet ist. Die Höhe der Randerhöhung ist gleich der Tiefe der Aus-  
15 nehmungen 10 und 11. Die Oberseite des Federbauteils ist gegen die Randerhö-  
hung 21 rückversetzt. Das Federbauteil 13 ist über einen ringförmigen Randbereich  
22 mit dem Sitzbauteil 12 verklebt oder verschweißt. Wie aus Fig. 6 hervorgeht,  
weist das Federbauteil 13 ein den ringförmigen Randbereich 22 diametral über-  
spannendes Lippelement 23 mit einer Aufweitung 24 im Bereich eines Ventil-  
20 sitzes 29 auf. Das Federbauteil 13 lässt sich aus einer Kunststoffolie herstellen,  
wobei die Foliendicke zwischen 0,01 und 0,3 mm liegen kann.

- Unter dem Einfluss des Drucks in der Pumpkammer 7 hebt sich das Lippelement  
23, insbesondere dessen Aufweitung 24, unter Freigabe der Öffnung 14 von dem  
25 Sitzbereich ab bzw. liegt unter Verschluss der Öffnung gegen den Sitzbereich an.  
Bei geöffnetem Ventil kann aus der Öffnung 14 austretendes Medium durch Aus-  
schnitte 25 und 26 gebildete Öffnungen im Federbauteil 13 durchströmen und in  
die Pumpkammer 7 bzw. den Auslasskanal 9 gelangen.

- 30 Bei dem Ausführungsbeispiel für eine Ventilbaugruppe von Fig. 7a ist im Bereich  
des Ventilsitzes eine sich von einer Bodenplatte 20a erstreckende Ringerhöhung 27  
gebildet, die für eine geeignete Vorspannung eines federnden Lippelements  
23a sorgt und somit ein sicheres Verschließen des Ventils ermöglicht.

- 35 Bei dem Ausführungsbeispiel von Fig. 7b ist neben einer Ringerhöhung 27b am  
Ventilsitz ein erhöhter Randsitz 28 gebildet, durch den ein Lippelement 23b über  
seine gesamte Länge von einer Bodenplatte 20b abgehoben ist. Letztere Ausfüh-



rungsform hat den Vorteil, dass sich im Fördergut mitgeführte Partikel nicht zwischen der Unterseite des Lippenelements und der Bodenplatte festsetzen können.

Im folgenden werden weitere Ausführungsbeispiele für kreisrunde Federbauteile beschrieben, die wahlweise in das Sitzbauteil 12 einsetzbar sind.

Bei dem Ausführungsbeispiel von Fig. 8a ist ein Lippenelement 23c mit einer Aufweitung 24c im Sitzbereich nur an einem Ende mit dem übrigen Federbauteil verbunden, und es ist ein Schlitzausschnitt 30 gebildet. Durch eine solche Bauweise lassen sich geringe Federkonstanten des Lippenelements erreichen.

Bei dem Ausführungsbeispiel von Fig. 8b ist durch Schlitzausschnitte 31 und 32 ein an beiden Enden mit dem übrigen Federbauteil verbundenes Lippenelement 23d mit einer Aufweitung 24d im Bereich des Ventilsitzes gebildet. Die Federkonstante dieses beiderseitig mit dem übrigen Federbauteil verbundenen Lippenelements kann höher als bei dem vorangehenden Ausführungsbeispiel sein. Die Aufweitung 24d neigt weniger zu Verkipnungen und sitzt daher gleichmäßiger als bei dem vorangehenden Ausführungsbeispiel auf dem Ventilsitz auf.

Eine noch größere Federkonstante und Gleichmäßigkeit des Aufsitzens wird bei dem Ausführungsbeispiel von Fig. 8c erzielt, bei dem durch drei Schlitzausschnitte 33, 34 und 35 ein dreiarmliges Lippenelement 23e mit einer Aufweitung 24e gebildet ist. Die Verbindungsstellen des Lippenelements mit der übrigen Folie sind gleichmäßig über den Umfang eines zur Verbindung mit dem Sitzbauteil vorgesehenen Ringbereichs verteilt.

Bei dem Ausführungsbeispiel von Fig. 8d sind zwei ineinander verschachtelte Schlitzausschnitte 31f und 32f vorgesehen, durch die ein annähernd ringförmiges Lippenelement mit einer nach innen vorstehenden Aufweitung 24f gebildet ist. Bei dieser Ausführungsform lässt sich eine verhältnismäßig geringe Federkonstante des Lippenelements 23f mit einer gleichmäßigen Anlage der Aufweitung 24f im Ventilsitzbereich verbinden.

Fig. 8e zeigt ein Federbauteil mit einem durch zwei Schlitzausschnitte 31g und 32g gebildeten geraden Lippenelement 23g mit einer seitlich zur Mitte des Federbauteils vorstehenden Aufweitung 24g.

Allen in Fig. 8 gezeigten Federbauteilen sind schmale, den Konturen des Lippenelements folgende Öffnungen gemeinsam, die vorteilhaft kein großes Totvolumen bilden. Je nach Bauweise betragen die Federkonstanten des Lippenelements zwischen 0,8 mN und 0,0005 mN pro Mikrometer Auslenkung.

5

10

15

20

25

30

35

Patentansprüche:

1. Mikropumpe mit einer Pumpmembran (5), die unter Änderung des Volumens  
einer an die Pumpmembran (5) und ein Basisteil (1) grenzenden Pumpkammer  
5 (7) bewegbar ist, und mit zwei in Ausnehmungen (10,11) im Basisteil angeord-  
neten, auf den Druck in der Pumpkammer ansprechenden Ventilen zum  
wechselseitigen Öffnen und Sperren eines Einlass- (8) und Auslasskanals (9) für  
das zu fördernde Medium,  
dadurch gekennzeichnet,  
10 dass die Ventile ohne gemeinsame Bauteile durch als solche funktionsfähige,  
einen Ventilsitz (29) und Ventilkörper (13) aufweisende Ventilbaugruppen  
(40,41) gebildet sind.
2. Mikropumpe nach Anspruch 1,  
15 dadurch gekennzeichnet,  
dass die beiden Ventilbaugruppen (40,41) baugleich sind.
3. Mikropumpe nach Anspruch 1 oder 2,  
dadurch gekennzeichnet,  
20 dass als Ausnehmungen zur Pumpkammer (7) offene Einsenkungen (10,11)  
ausgebildet sind.
4. Mikropumpe nach Anspruch 3,  
dadurch gekennzeichnet,  
25 dass die Höhe der Ventilbaugruppe (40,41) gleich der Tiefe der sie  
aufnehmenden Einsenkung (10,11) ist.
5. Mikropumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
dadurch gekennzeichnet,  
30 dass die Ventilbaugruppe (40,41) zweiteilig mit einem, vorzugsweise  
rotationssymmetrischen, Sitzbauteil (12) und einem, vorzugsweise als Feder-  
bauteil (13) ausgebildeten, Ventilkörper zum Schließen bzw. Freigeben einer,  
vorzugsweise zentralen, Öffnung (14) im Sitzbauteil (12) ausgebildet ist.

6. Mikropumpe nach Anspruch 5,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass das Federbauteil (13) eine Folie aufweist, in der durch wenigstens einen  
Ausschnitt (25,26;30-35) ein an einem Ende oder an mehreren Enden mit der  
5 übrigen Folie verbundenes Lippenelement (23) gebildet ist.
7. Mikropumpe nach Anspruch 6,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der Ausschnitt ein der Kontur des Lippenelements (23) folgender  
10 Schlitzausschnitt (30-35) ist.
8. Mikropumpe nach Anspruch 6 oder 7,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass das Federbauteil (13) in einem äußeren, durch das Sitzbauteil (12)  
15 zentrierten Ringbereich (22) mit dem Sitzbauteil (12) verbunden ist, von dem  
sich nach innen das Lippenelement (23) erstreckt.
9. Mikropumpe nach einem der Ansprüche 5 bis 8,  
dadurch gekennzeichnet,  
20 dass das Sitzbauteil im Bereich des Ventilsitzes eine sich von einer Bodenplatte  
(20) erstreckende Ringerhöhung (27) aufweist, die das Lippenelement im  
Ruhezustand unter Vorspannung setzt.
10. Mikropumpe nach Anspruch 9,  
25 dadurch gekennzeichnet,  
dass das Sitzbauteil einen erhöhten Randsitz (28) aufweist, durch den das  
Lippenelement (23b) über seine gesamte Länge von einer Bodenplatte (20b)  
abgehoben ist.
- 30 11. Mikropumpe nach einem der Ansprüche 8 bis 10,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass das Lippenelement (23) mit dem Ringbereich (22) an zwei Diametralen  
oder drei, gleichmäßig über den Ringbereich (22) verteilten Stellen mit dem  
Ringbereich (22) verbunden ist.

12. Mikropumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 11,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass sie aus einer, die Ventilbaugruppen aufnehmenden Basisbaugruppe, die  
aus dem Basisteil (1) und Schlauchanschlüssen (2,3) besteht, und einer Aktor-  
5 baugruppe, welche die Membran (5) und eine mit der Membran verbundene  
Piezoscheibe (6) umfasst, zusammengesetzt ist.
13. Mikropumpe nach Anspruch 11,  
dadurch gekennzeichnet,  
10 dass die Basisbaugruppe (1-3), von den Ausnahmen (10,11) abgesehen,  
und/oder die Aktorbaugruppe (4,5,6) rotationssymmetrisch ausgebildet  
sind/ist.
14. Mikropumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 13,  
15 dadurch gekennzeichnet,  
dass das Basisteil (1) scheibenförmig ausgebildet ist und der Ein- und Auslass-  
kanal (8,9) sich senkrecht zur Scheibenebene erstrecken.
15. Mikropumpe nach Anspruch 13 oder 14,  
20 dadurch gekennzeichnet,  
dass für die Aktorbaugruppe auf dem Basisteil (1) ein Sitz gebildet ist und  
vorzugsweise die Pumpmembran (5) über einen Trägerring (4) auf einer Ring-  
schulter (17) am Basisteil (1) aufsitzt.
- 25 16. Mikropumpe nach einem der Ansprüche 13 bis 15,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Basisbaugruppe (1c) einstückig mit den Schlauchanschlüssen (2c,3c)  
ausgebildet ist.
- 30 17. Mikropumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 15,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass wenigstens die mit dem Medium in Berührung kommenden Teil der  
Pumpe aus einem Kunststoff bestehen.
- 35 18. Mikropumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 17,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Membran (5) einstückig aufgebaut ist oder mehrere Lagen (18,19)  
aus unterschiedlichem Material aufweist.

19. Mikropumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 18,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Membran (5c) eine der Pumpkammer zugewandte, vorzugsweise  
dem maximalen Pumpkammervolumen entsprechende Ausnehmung auf-  
weist.
20. Mikropumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 18,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Membran (5d) kappenartig ausgebildet ist und manuell oder mit Hilfe  
eines vorübergehend oder dauerhaft mit der Membran verbundenen Antriebs  
bewegbar ist.
21. Verfahren zur Serienherstellung von Mikropumpen nach einem der Ansprüche  
1 bis 20,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Ventilbaugruppen (40,41), Basisbaugruppen, welche das Basisteil (1)  
und die Anschlüsse (2,3) umfassen, sowie Aktorbaugruppen, welche die  
Membran (5) umfassen, unabhängig voneinander vorgefertigt und die Mikro-  
pumpen aus diesen Baugruppen zusammengesetzt werden.